

TiCN-WC-Co 계에서 TiCN/WC 비의 변화에 따른 입자모양과 입자 성장 Effect of TiCN/WC Ratio on Grain Shape and Grain Growth in the TiCN-WC-Co System

한국과학기술원 이보아* · 강석중 · 윤덕용
한국기계연구원 김병기

공구강 등 산업용 재료로 널리 사용되는 카바이드 계 재료는 입자 크기 및 분포에 따라 기계적 성질이 변화하므로, 이를 제어하고 조절하는 기술에 관하여 많은 연구가 진행되어 왔다. 본 연구에서는 TiCN-WC-Co 복합초경계에서 소결 공정 및 조성변화에 따른 입자 모양을 관찰하고 이에 따른 입자 성장 거동을 고찰하였다.

일반적으로 입자 조대화 양상과 고상 입자의 모양과는 밀접한 관계가 있다. 각진 입자의 경우에는 계면이 원자적으로 singular 하여 원자의 흡착이 어렵기 때문에 임계값 이상의 성장 구동력을 받는 몇몇 입자만 성장하는 비정상 입자 성장이 일어날 수 있다. 반면에 계면이 rough한 둥근 입자의 경우에는 원자 흡착에 필요한 구동력이 존재하지 않아 성장 구동력을 받는 모든 입자들이 성장하기 때문에 정상 입자 성장을 하게 된다. 이와 같이 입자 모양에 따른 입자 성장 거동은 전체 미세구조를 결정하게 되며, 이에 따른 물리 화학적 물성을 변화시킨다. 이러한 입자 성장 원리를 적용하면 복합초경계 (TiCN-WC-Co)에서도 입자성장이 억제되고 치밀한 소결체를 제조할 수 있을 것이다.

본 실험에서는 평균입도가 각각 0.1, 1.33, 2 μ m인 TiCN, WC, Co 분말을 사용하여 ((100-x)TiCN+xWC)-30Co (wt%) 조성에서 TiCN/WC 비를 변화시키면서 입자 모양과 입자성장 거동을 관찰하였다. 칭량된 분말은 WC 초경 볼로 밀링하고, 건조한 후, 100 mesh 체로 조립화 하였다. 이 분말을 100 MPa의 압력으로 냉간정수압성형 하고 10⁻² torr의 진공분위기의 graphite furnace에서 carbon black으로 packing 하여 액상형성 온도 이상에서 소결하였다. 소결된 시편은 경면 연마하여 주사전자현미경으로 미세 조직을 관찰하였다.

TiCN-30Co 조성 시편은 corner-round 모양의 입자 모양으로 소결 시간 증가에 따라 빠른 입자 성장을 나타내었다. (75TiCN+25WC)-30Co 조성 시편의 경우 일반적으로 보고된 바와 같이 core/shell 구조를 나타내었으며, core는 TiC-rich 상이었고, shell은 (Ti,W)(C,N) 복합 탄화물 상이었다. WC 함량이 증가함에 따라 입자의 corner-round 영역이 증가하였으며 (50TiCN-50WC)-30Co 조성 근처에서는 거의 둥근 형태의 입자 모양을 나타내었다. 또한 TiCN-30Co 조성 시편에 비하여 WC가 첨가된 시편들은 작은 평균입자크기를 나타내었다. 본 연구의 결과는 shell 영역 조성 변화는 계면에너지 이방성과 기지상 내의 평형 입자 모양을 변화시키고 나아가 입자 성장 속도에도 영향을 미친다는 것을 보여준다.